

泥炭地水田に対する客土の食味向上効果 (1)

客土材中ケイ酸の特異性とケイ酸供給源としての役割^{*1}

柳原 哲司^{*2} 宮森 康雄^{*2} 稲津 脩^{*3} 谷口 健雄^{*2}

泥炭地水田に対する客土が土壌のケイ酸供給力および水稻のケイ酸吸収におよぼす影響を解析するために、ケイ酸溶出実験、栽培試験および現地調査を行った。客土材の可給態ケイ酸含量は水田作土に比較して極めて多かった。また、抽出緩衝液の pH、および抽出力の変化に伴う溶出パターンは水田作土と異なり、ケイ酸給源物質の形態に違いがあることが示唆された。ケイ酸と同時に溶出されるアルミナとの比率から形態をアルミノケイ酸塩と仮定すると、水田土壌の $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1.52}$ に対して客土材は $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.50}$ と推定された。栽培試験の結果、客土材からのケイ酸供給効果は大きく、ケイ酸吸収量は無客土区の 2～5 倍に達した。また、客土材に含まれる易溶性ケイ酸は土取り場土層内で移動集積したものであると推定された。現地調査から、客土によるケイ酸補給効果は客土後の経過数年とともに低下し、10～15年程度で一定となった。

緒 言

泥炭地水田に対する客土は、増収、地耐力増強、耕土補給、漏水防止などを主な目的として、今日まで国営および道営の土地改良事業の中で繰り返して行われてきた。その結果、収量水準は年々向上し、現在では他の土壌型に比較して劣っていない。しかし、品質・食味に関しては、今なお劣る場合が多く、米をとりまく環境が「量から質へ」と変化する中で、泥炭地稲作は新たな問題に直面している。

客土により泥炭地産米の品質・食味が向上することは既に明らかにされている⁸⁾が、この要因は明らかではない。そのため品質・食味対策としての客土技術が十分に理解されず、普及の進展を阻んでいる。

そこで、泥炭地水田に対する客土が土壌の化学性、水稻の養分吸収および乾物生産に与える影響

を検討し、産米の品質・食味特性向上に対する効果およびその要因を明らかにすることを目的に試験を行った。なお併せて、良食味米生産を目的とした客土事業実施に必要な、新たな施行基準の策定を目的に試験を実施した。

特に本報告では、客土材から溶出するケイ酸の量的、質的な特徴を、水田作土との比較から明らかにするとともに、水稻に対する有効性およびケイ酸補給効果の持続性などについて検討した。

試 験 方 法

1 ケイ酸の溶出実験

供試土壌：ケイ酸の溶出実験に用いた土壌は、水田作土 5 点、土取り場の異なる客土材 4 点（表 1）である。水田作土のうち No. 1～3 については客土の来歴は無いが、No. 4 および 5 は、客土来歴を持つため、客土材が混入している。また、客土材はいわゆる「山土」であり、美唄市、北村の水田に客土されている土壌である。

土壌からのケイ酸の抽出は以下に示す 1～4 の方法を用いた。ケイ酸は、モリブデン青による比色法⁵⁾により定量した。

1) 可給態ケイ酸：湛水保温静置法⁷⁾を採用した。すなわち、100ml 容ポリビンに風乾細土 10 g をと

1991年10月29日受理

^{*1} 本報告の一部は1988年日本土壌肥料学会北海道支部会(1988年12月)で発表した。

^{*2} 北海道立中央農業試験場稲作部 069-03 岩見沢市土観向

^{*3} 同主(現：土川農業試験場 078 旭川市永山)

表1 供試水田および客土材の性状とケイ酸抽出量

地目	No.	採取地点	土壌	土性	pH	可給態 ケイ酸	酢酸緩衝液 pH*				pH7 比 pH4**
							4	5	6	7	
水田	1	岩見沢市上幌向	無客土泥炭土	HC	5.8	5.7	10.9	7.9	3.1	1.0	9.2
	2	"	グライ土	SiC	5.2	6.7	5.8	5.4	2.3	0.6	10.3
	3	北村豊里	"	CL	6.0	7.8	13.5	6.2	3.8	1.4	10.4
	4	北村大願	客土泥炭土	CL	5.7	12.1	18.4	9.2	4.5	1.7	9.2
	5	新篠津村	"	LiC	5.1	10.1	6.7	4.2	3.5	1.2	17.9
平均					5.6	8.5	11.1	6.6	3.4	1.2	11.4
客土材	6	美唄市峰延	洪積土	SL	5.1	33.4	20.5	20.1	16.3	14.2	69.3
	7	"	"	LiC	5.4	23.2	22.4	19.8	12.0	9.9	44.2
	8	"	"	LiC	5.9	27.0	26.7	23.2	15.8	12.9	48.3
	9	当別町ビトエ	"	CL	5.3	17.0	14.8	13.0	6.5	4.4	29.7
平均					5.4	25.2	21.1	19.0	12.7	10.4	47.9

*: (mg/100g)

**: (%)

り水60mlを加え、40℃の定温器中で1週間培養した後ろ液を定量に供した。

2) pH別ケイ酸溶出実験: pH4, 5, 6, 7にそれぞれ調製した酢酸ナトリウム緩衝液を用い、40℃の温水浴中で5時間振とう培養後ろ過し、ケイ酸を定量した。なお、土液比は1:10に調整した。

3) 抽出力別ケイ酸溶出実験: 各土壌に pH3.5 シュウ酸ナトリウム緩衝液, pH4.0酢酸ナトリウム緩衝液, 水をそれぞれ土液比1:6になるように加え、40℃で1週間培養し、濾液中のケイ酸、アルミニウムを測定した。アルミニウムはフレームレス原子吸光度計によって測定した。

4) 連続培養実験: フタつき遠心管に風乾土と水を1:10の割合でとり、40℃で1週間湛水培養後、遠心分離により上澄液を採取しケイ酸の測定に供した。沈澱部分は35℃で1日乾燥させた後、再び水を加え同様の操作を繰り返した。

2 水稻栽培試験

1987年2月に岩見沢市上幌向の中央農試稲作部泥炭地水田(No.1)に2種類の客土材(No.6・土性SLおよび7・土性LiC)を客土し、同年春から水稻栽培試験を実施した。客土量はそれぞれ10aあたり100, 200, 300m³の3段階とし、無客土区を対照とした。また、各処理区に4, 8, 12, 16, 20kg/10aの窒素用量を配置した。品種は1987年:「ともひかり」、1988~1990年:「ゆきひかり」、1990年:「きらら397」を供試した。

試験期間の気象条件および水稻の生育概況は以下の通りである。

1987年: 移植期および6月中旬の低温により、

初期生育は並~やや劣る程度であったが、7月は天候に恵まれたため生育の遅れは回復し、幼形期は平年並みであった。その後8月は寡照、低温に転じ、さらに台風の被害も加わったため登熟歩合や千粒重が低下し、作況は不良となった。

1988年: 6月の日照不足と7月中旬の低温により初期生育は平年並みかやや劣った。しかし、8, 9月の登熟期間は高温に推移したため登熟歩合が高まり、収量は平年比102から106%となった。

1989年: 6月2半旬の低温で生育は停滞し、幼形期は平年に比べて1週間程度後れたが、その後の高温により出穂期は平年並みであった。9月の曇雨天により後期の登熟は停滞したが、千粒重が平年より重く、収量は平年比100から110%となった。

1990年: 6月は高温、多照に推移したため初期生育は順調で、幼形期は平年より8日ほど早まった。その後も高温多照に推移したため出穂期も平年より8日ほど早まり、さらに登熟期間も全般的に高温多照であったため、成熟期は10日ほど早まった。収量は平年比103から109%であった。

3 現地調査

1989年、美唄市において、客土後経過年数が0~22年までの異なる泥炭地水田30ヶ所を選定し、成熟期における水稻のケイ酸吸収量と客土後の経過年数の関係について調査した。選定した水田は、同一の土取り場からの土壌を客土材として客土が行われており、客土量もほぼ同一(50m³)である。

試験結果

1. ケイ酸の溶出実験

表1に客土材及び水田作土中の可給態ケイ酸含量を示した。水田作土に比較して客土材には多量の可給態ケイ酸が含まれていた。また、客土来歴のある水田作土 (No. 4, 5) は他の水田作土に比較して高い値を示した。

客土材および水田作土からの、ケイ酸溶出条件の特徴を詳しく検討するために、酢酸緩衝液の pH を変化させ、溶出するケイ酸量を測定した (表1)。

いずれの pH でも客土材のケイ酸溶出量は水田作土に比較して多かったが、pH が低いほど溶出量が増加する傾向は水田作土、客土材とも共通であった。しかし、水田作土と客土材の pH の変化に対するケイ酸溶出量を比較すると、明らかな違いが認められた。すなわち、水田作土では pH が中性に近づくに従い急激に溶出量は減少し、pH 7 での溶出量は pH 4 での溶出量の 1～2 割程度であった。一方、客土材ではその減少がゆるやかで、pH 7 でも 3～7 割もの溶出量が認められた。

このように、客土材からのケイ酸溶出は、水田作土に比較して量が多いのみでなく、pH の変化に対する溶出パターンも異なった。したがって、両者の可給態ケイ酸はその溶解性に違いがあると考えた。そこで抽出力の異なる溶媒を用いて、溶出してくるケイ酸を測定し、その結果を表2に示した。

pH 3.5 シュウ酸塩可溶ケイ酸は、主として非晶質画分のケイ酸と考えられ、通常の水田状態で

可溶化し得るケイ酸の潜在量を示すものと仮定した。また、酢酸塩および水可溶のケイ酸はより易溶性の画分 (易溶性ケイ酸と略す) であり、シュウ酸塩可溶画分に含まれると考えた。

いずれの画分でもケイ酸溶出量は水田作土より客土材の方が多かった。しかも、シュウ酸塩可溶画分に対する酢酸塩および水可溶画分の比率で比較すると、客土材の方が高いことから、客土材中のケイ酸は水田作土中のケイ酸に比較して量が多いだけではなく、より易溶性の画分の比率が高いことが明らかとなった。すなわち、ケイ酸給源物質の存在形態に違いがある事が予想された。

次にこの点に関して比較検討を行った。今泉・吉田¹⁾は、土壌からのケイ酸の溶出は、アルミナの溶解と密接に関係していることから、可給態ケイ酸はおもにアルミナと結合しているものと推定している。そこで、供試した土壌について、溶出実験法3)により、酢酸緩衝液で溶出されたケイ酸とアルミナの関係を検討し、図1に示した。

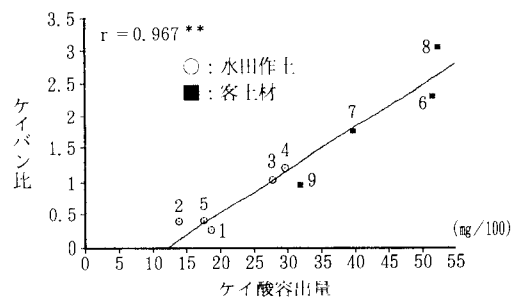
酢酸緩衝液可溶ケイ酸量とケイバン比 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) には高い正の相関が認められ、ケイ酸溶出量の多い試料ほど、ケイバン比が高かった。また、客土材と水田作土の比較では、客土材のケイバン比は高く、ケイ酸の存在形態が水田土壌と異なっていると推測された。

次に、客土材からのケイ酸供給の持続性を検討するために、湛水培養と風乾を繰り返し、溶出するケイ酸量の推移を調べた (図2)。水田作土は培養の繰り返しにかかわらずほぼ一定のケイ酸溶出レベルで推移した。一方、客土材では培養を繰

表2 各種抽出液とケイ酸溶出量の関係

地 点	No.	ケイ酸溶出量 (mg/100 g)			溶出割合 (%) [*]	
		水	酢酸塩	シュウ酸塩	水	酢酸塩
水 田 作 土	1	5.7	18.6	105.5	5.4	17.6
	2	6.7	13.9	97.4	6.9	14.3
	3	7.8	27.7	105.7	7.4	26.2
	4	12.1	29.6	146.3	8.3	20.2
	5	10.1	17.6	125.8	8.0	14.0
	平均	8.5	21.5	116.1	7.2	18.5
客 土 材	6	33.4	51.5	227.5	14.7	22.6
	7	23.2	39.6	173.9	13.3	22.8
	8	27.0	52.3	172.7	15.6	30.3
	9	17.0	31.8	134.4	12.6	23.7
	平均	25.2	43.8	177.1	14.1	24.8

*: シュウ酸塩抽出に対する割合



注) 図中の数字は表1の採取地点のNoをあらわす。

図1 pH4.0 酢酸緩衝液可溶ケイ酸量(上液比1:6)とケイバン比の関係

り返す毎に、ケイ酸溶出量は当初、急激に減少し(図中Ⅰ)、その後一定のレベルで推移(図中Ⅱ)した。また、客土材の種類による比較をすると、以下のような特徴が認められた。①最初の溶出量が多い客土材ほど、急激な減少を示す。②客土材の可給態ケイ酸含量の差は、主にⅠ画分の量の差であり、溶出が一定レベルに落ち着いた後は、客土材間の差は明確ではなくなる。

次に、供試した客土材中に、Ⅰ画分のように、水田作土中には認められない、特徴的な画分が存在する原因を知るために、表3に示す岩見沢近辺3ヶ所の土取り場で層位ごとに試料を採取し、pH、交換生塩基および可給態ケイ酸の土層内分布を調査した。

可給態ケイ酸含量の分布を見ると、上層部の値が低く、下層ほど高い傾向を示した。また、カルシウムおよびマグネシウムも下層に一部集積層が認められることから、土層内で溶脱した塩基およびケイ酸が下層に移動したものと推定され、これが客土材中に存在するⅠ画分のケイ酸の給源となっていたと考察した。

2. 水稲栽培試験

表1に示したNo. 6, 7の客土材をNo. 1の無客土泥炭土水田に客土し、水稲のケイ酸吸収量の変化を検討した。

湛水期間中における土壌溶液のケイ酸濃度の推移を図3に示した。造成4年目においても、土壌溶液中のケイ酸濃度は常に客土区において無客土

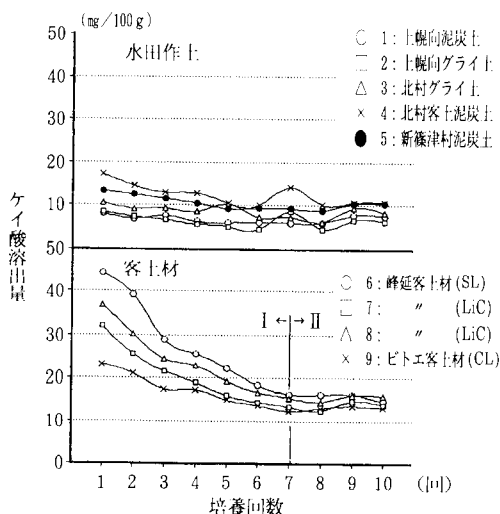


図2 連続培養によるケイ酸溶出量の推移

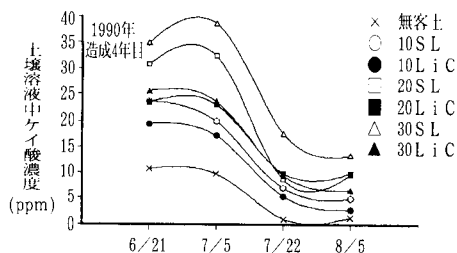


図3 土壌溶液中ケイ酸濃度の推移

表3 土取り場の土層別ケイ酸塩基含量

土取り場 層位	深さ (cm)	備考	pH	可給態* ケイ酸	交換性塩基*		
					CaO	MgO	K ₂ O
ビトエ	-1	0-20	5.1	17.7	135	22	17
	-2	20-100	5.8	36.2	220	112	7
	-3	100以下	6.4	46.7	316	120	6
光珠内1	-1	0-25	6.5	21.9	316	163	9
	-2	25-70	6.7	28.3	248	145	7
	-3	70-120	6.6	35.7	316	189	9
	-4	120-170	6.2	59.3	329	200	10
	-5	170以下	6.2	45.4	242	140	7
光珠内2	-1	0-20	5.5	8.8	27	15	7
	-2	20-50	5.6	17.9	128	97	12
	-3	50-80	5.6	37.0	174	114	13
	-4	80-110	5.7	33.4	253	154	17
	-5	110-140	5.8	38.6	380	229	16
	-6	140以下	5.7	44.1	208	116	15

*: (mg/100g)

区よりも高く、かつ客土量が多くなるほど、また可給態ケイ酸が多かった客土材ほど高く推移した。これは圃場条件でも客土材から豊富にケイ酸が溶出していることを示唆している。

表4に客土の量、造成からの経過年数および客土材の違いが成熟期の茎葉ケイ酸含有率および吸収量におよぼす影響を示した。客土区の水稲ではケイ酸含有率、吸収量とも、無客土区の約2～5倍と顕著に高まり、その程度は客土量が多いほど多かった。また、造成からの年数が経過するに従い含有率・吸収量が減少する傾向が認められたが、造成4年程度では依然として無客土区との差は歴然としており、客土材から溶出するケイ酸は、水稲に非常に吸収利用され易く、客土のケイ酸補給効果は大きかった。次に客土材間の比較をすると、造成当初は可給態ケイ酸含量の多かったNo.6客土材の方がNo.7客土材よりケイ酸含有率・吸収量とも高く、分析値と一致する結果であった。しかし、経年変化とともにその傾向は弱まり、特に吸収量では客土材間での明確な差は認められなくなった。

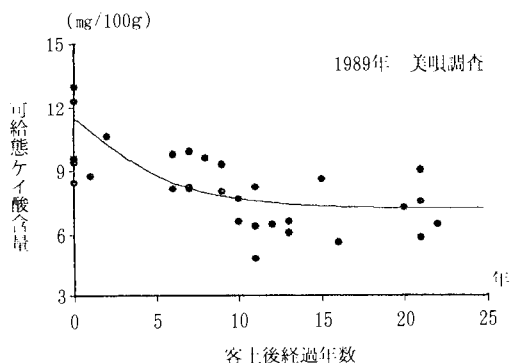


図4 客土後経過年数と可給態ケイ酸含量の関係

図2で示したように客土材からのケイ酸溶出は湛水培養の繰り返しにより徐々に減少した。また、表4に示すように圃場試験では客土後の経過年数にともなって、ケイ酸の吸収量は減少する傾向が認められた。そのため、さらに長期的な視点から客土のケイ酸補給効果の持続性を検証する必要性が認められた。

そこで、次に客土材のケイ酸補給効果の持続性を検討した。客土後の経過年数が0～22年の異なる水田を調査し、水稲栽培年数とケイ酸供給力の関係を検討した。

調査地域は、長年同一の土取り場から採取した客土材を客土としてきた地域であり、客土量もほぼ50m³である。調査地点における客土後経過年数と可給態ケイ酸含量の関係を図4、水稲のケイ酸吸収量との関係を図5に示した。これより可給態ケイ酸は客土施工後10年程度、また、ケイ酸吸収量は15年程度まで徐々に減少し、以後はほぼ一定であった。

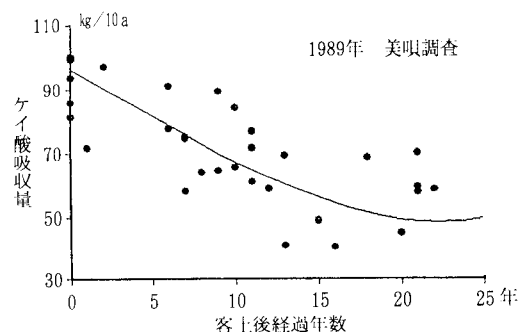


図5 客土後経過年数と水稲によるケイ酸吸収量の関係

表4 成熟期茎葉のケイ酸含有率および吸収量(%, kg/10a)

客土深 (cm)	土性	1987年		1988年		1989年		1990年(きらら397)		1990年(ゆきひかり)		4ヶ年平均	
		含有率	吸収量	含有率	吸収量	含有率	吸収量	含有率	吸収量	含有率	吸収量	含有率	吸収量
0	—	5.6	38	3.8	30	3.8	29	5.4	42	4.9	38	4.3	34
10	SL	14.1	113	12.4	108	11.7	85	10.6	77	10.2	83	11.9	98
	LiC	13.6	102	11.0	95	10.7	80	10.2	78	9.5	75	10.7	87
20	SL	16.8	121	14.4	119	13.9	98	13.8	88	12.7	98	14.2	110
	LiC	15.5	120	12.7	107	13.8	100	10.8	92	12.1	99	13.1	107
30	SL	18.3	120	15.5	120	16.1	117	15.7	95	13.7	96	15.9	119
	LiC	17.2	125	13.9	108	15.2	117	13.0	100	12.8	94	14.6	117

考 察

水稻に対するケイ酸の栄養生理的意義については、吉田¹³⁾、三井・高遠¹²⁾、奥田・高橋²⁾・³⁾らにより、様々な面から検討されており、また北海道においても水野¹¹⁾により、水稻の登熟に対するケイ酸の効果について検討されている。しかし、現在でも水稻に対するケイ酸の生理的な必須性は証明されていない。

しかしながら、無ケイ酸栽培では、極端に乾物重が減少することや、登熟歩合が低下し、収量が激減する結果²⁾・³⁾・¹¹⁾・¹²⁾が多く、そのような意味から「農学的に必須の元素」という考え方は一致している。

これらの研究を背景にして、水田に対するケイ酸資材の施用基準が作成され¹⁾、その施用が全国的に奨励されてきた。北海道においても土壌診断および土壌型による珪カル施用基準が設定されており⁹⁾・¹⁰⁾、一般的にケイ酸含量が低い泥炭土ではケイ酸の施用効果大きい。

しかし、過去のケイカル施用試験のデータ¹⁰⁾と比較して、本試験で得られた、客土による水稻のケイ酸含有率の上昇効果ははるかに大きく、水稻の生産性及び品質・食味に対して大きく影響するものと考えられる。したがって、客土の持つケイ酸補給効果についてより多面的に解析を行うことが重要である。そこで、客土材からのケイ酸溶出の特徴と水稻に対する有効性、およびケイ酸補給効果の持続性などについて考察する。

1 客土材に含まれる易溶性ケイ酸の量的・質的な特徴

表1に示した通り、供試客土材には水田作土と比較して多量の可給態ケイ酸（平均25.2mg/100g）が含まれていた。1987年に北村、1989年に美瑛市で調査した泥炭地水田50点の湛水保温静置法による可給態ケイ酸含量は4.9~21.2mgの範囲に分布し、平均が10.6mgであることから、客土材がいかに可給態ケイ酸に富んでいるかを知ることができる。しかも、湛水培養という比較的穏やかな抽出条件にもかかわらずこのように多量のケイ酸が溶出することから、客土材に含まれる易溶性のケイ酸は、その量が多いだけでなく、溶解性あるいは結合形態などが水田土壌に含まれるケイ酸と異なっていると考えた。

今泉・吉田¹⁾によると、土壌からのケイ酸の溶解は中性から酸性側で増大することから、土壌中の易溶性ケイ酸の存在形式は「silicate type」であるとしており、同時に溶出した鉄アルミナとケイ酸の量的関係から、ケイ酸はおもにアルミナと結合していると推定している。

本報告においても、客土材、水田作土とも、ケイ酸の溶出量が酸性側で増大することから、いずれの供試土壌においてもケイ酸の存在形式は「silicate type」が主であると判断された。しかし、先にしめしたように中性付近のpHで溶出するケイ酸の比率は、水田作土に比較して客土材が明らかに高く、ケイ酸の溶解特性には明らかな違いが認められた。これは、客土材中ケイ酸の存在形態に何らかの違いがあることを示唆するもので、例えば、給源となっているケイ酸塩中のケイ素の比率が、水田作土中のケイ酸塩より高いことも考えられる。このことは、湛水期間中の水田では、pHは徐々に上昇し6~7付近で推移するので、pHによるケイ酸の溶解性の相違は水稻に対する有効性という面から重要な意味を持つものと考えられた。

今泉・吉田¹⁾らが、非火山灰土壌中の易溶性ケイ酸の形態もアロフェンに類似した性質を持つと推定していることや、結晶性の一次鉱物あるいは粘土鉱物の溶解性が低いことを考慮すると、シュウ酸塩で抽出される非晶質画分のケイ酸量を可給態ケイ酸総量の1つの指標と考えることは妥当と判断される。そのため、本試験ではpH3.5シュウ酸塩緩衝液を用いた40℃1週間培養条件によって抽出されるケイ酸を、通常の水田状態で可溶化し得る潜在量と仮定した。この画分の内、酢酸緩衝液および水で抽出される易溶性画分の比率が高

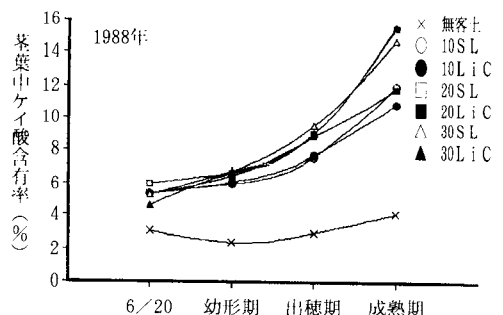


図6 生育期間中の葉ケイ酸含有率の推移

いことは、土壤溶液中へのケイ酸の溶出速度が速いことを示している。

図6に見られるように、無客土区では幼形期の時点でケイ酸含有率が一次的に低下するが、客土区ではこの低下が認められない。これは水稻による旺盛なケイ酸吸収に対して、土壌からのケイ酸の溶出が速やかになされていることを示し、易溶性画分の比率が高いことを反映したものと考えた。

ケイ酸給源物質の存在形態を推定するために酢酸緩衝液可溶のケイ酸(SiO_2)、アルミナ(Al_2O_3)の量比から、給源物質の存在形態をアルミノケイ酸塩と仮定して組成式を算出すると、一般水田作土は $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1.52}$ であるのに対して、客土材は $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.50}$ となる。

これは、客土材中のケイ酸給源物質が水田作土に比較して約3倍もケイ酸に富んでいることを示唆しており、客土材が易溶性ケイ酸に富む一つの要因と推定される。

しかし、ケイ酸が全てアルミナと結合しているかどうかは不明であり、他の元素と結合した形態であることも否定できない。このような物質の詳細な構造の究明は、今後の研究課題である。

2 客土材中易溶性ケイ酸とその集積

連続培養実験でのケイ酸溶出の推移から、客土材中の易溶性ケイ酸には、培養の繰り返しにともない速やかに溶出し失われてしまう画分Ⅰと、水田作土からの溶出と同様に、一定量の溶出を繰り返す画分Ⅱの2つが認められた。そしてそのうち画分Ⅰが客土の持つケイ酸供給力の主体となり水稻のケイ酸吸収に大きな影響を与えていると考えられた。

次に、このようなケイ酸が客土材の土取り場で集積する機作について若干の考察を加える。日本のように、年間を通して降水量の豊富な地域では、土壤水分の移動方向は下降方向が主であることから⁴⁾、一次鉱物の分解により土壤溶液中へ溶出した塩基、ケイ酸は水の移動にともない徐々に層外へ容脱されると考えられる。

しかし、下層土の透水性や降水量の条件によっては、1次鉱物の分解により放出されたケイ酸が、前述のような形態のケイ酸給源物質として、土層中にとどまり集積する可能性が予測された。これを検証するために行った土取り場の調査から、可給態ケイ酸の下層で集積が認められた。また、カ

ルシウム、マグネシウム、カリウムもケイ酸ほどでないが下層に集積層が認められ、この仮説を裏付けていると考えられた。

しかし、このような物質の移動・集積は、母材の性質、地形、気象など多くの条件により相違するものと考えられる。従って、土取り場でのケイ酸の移動集積を普遍的な現象と判断するには、さらに多くの客土材土取り場について分析を重ね、集積の条件を明確にする必要がある。

3 ケイ酸供給力の持続性

可給態ケイ酸は作付期間、水稻のケイ酸吸収により漸減するが、翌春にはほぼ元の水準に復することが明らかにされている⁶⁾。表5は無客土区および客土区における可給態ケイ酸の経年変化を示した。無客土区での可給態ケイ酸含量は毎年ほぼ同水準であり、この知見と一致する結果であった。一方、客土区の可給態ケイ酸含量は年数経過とともに減少し、これと異なる結果を示した。このことは、客土材からの易溶性ケイ酸の溶出は、連続培養実験でのⅠ画分の推移と同様に、水稻栽培の繰り返しによって毎年減少することを示しており、客土によるケイ酸補給効果の持続年数には限りがあると考えられる。どの程度の持続年数があるかは、客土の更新時期の判断のために重要である。

そこで、本報告では、客土後の経過年数の異なる水田の調査から持続年数を推定した。現地の客土水田では、水稻栽培の繰り返しにより可給態ケイ酸含量が減少し、それにともない水稻によるケイ酸吸収量も減少してゆく実態が明確になった。本調査地域での50m²の客土では、ケイ酸補給効果は図4、5から判断するほぼ10年～15年と推定さ

表5 客土後の経過年数と可給態ケイ酸含量の関係

客土深	客土材	可給態ケイ酸含量 (mg/100g)			
		原土	1年後	2年後	3年後
無客土	—	6.8	6.8	5.9	5.6
10cm	SL	33.4	23.1	18.0	21.5
	LiC	29.2	17.1	17.6	15.1
	平均	31.3	20.1	17.8	18.3
20cm	SL	33.4	35.9	15.5	24.9
	LiC	29.2	21.2	17.0	17.2
	平均	31.3	28.6	16.3	21.1
30cm	SL	33.4	27.6	26.8	26.2
	LiC	29.2	22.8	—	18.4
	平均	31.3	25.2	26.8	22.3
客土区平均		31.3	24.6	20.3	20.6

れるが、施工時点での客土材および原土壌の可給態ケイ酸含量が不明であることや、水稻によるケイ酸の吸収量が地点により異なることを考慮すると、正確な持続年数の推定にはさらに詳細な調査が必要と考えられる。

以上の論議では、客土材からのケイ酸溶出の特異性と水稻に対する有効性および持続性について検討したが、客土による水稻生育、養分吸収、乾物生産の変化および産米の食味特性に与える影響については次報で論議する。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、前中央農業試験場稲作部栽培第一科関口久雄科長（現天北農業試験場主任研究員）には、試験の課題化にあたりご尽力をいただいた。また、前中央農業試験場農業土木研究室鎌田一室長には、客土の施工にあたりご協力いただいた。

中央農業試験場稲作部栽培第一科藤倉潤治氏には土壌・食味分析にあたりご協力いただいた。さらに、客土による作業性の大幅な悪化にもかかわらず、無事に水稻栽培試験が遂行できたのは、中央農業試験場稲作部圃場管理科職員各位の絶大なご協力があったためである。

本稿をとりまとめるに当たり、中央農業試験場稲作部古山芳廣部長、ならびに農芸化学部相馬暁部長には懇切なご校閲をいただいた。以上の各位に心から謝意を表する。

引用文献

- 1) 今泉吉郎, 吉田昌一. “水田土壌のケイ酸供給力に関する研究”. 農業技術研究所報告 (B) 8, 261-304 (1958).
- 2) 奥田東, 高橋英一. “作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について, 第2報, ケイ酸欠除の時期が水稻の生育ならびに養分吸収によぼす影響”. 日土肥誌. 32, 481-488 (1961).
- 3) 奥田東, 高橋英一. “作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について, 第3報, ケイ酸の供給量が水稻の生育ならびに養分吸収によぼす影響”. 日土肥誌. 32, 533-537 (1961).
- 4) 菅野一郎編. “日本の土壌型”. 農文協, 1964. p. 35.
- 5) 京都大学農学部農芸化学教室編. “新版農芸化学実験書(増補)”, 第1巻. 産業図書, 1957. p. 130.
- 6) 高橋和夫, 野中邦彦. “水田土壌中の有効態ケイ酸について, 第2報, 有効態ケイ酸の測定法の開発と土壌診断への適用”, 四国農試法. 47, 16-39 (1986).
- 7) 土壌標準分解・測定法委員会編. “土壌標準分析・測定法”. 博友社. 1986. p. 161-165.
- 8) 北海道農務部編. “昭和50年普及奨励ならびに指導参考事項-泥炭地水田に対する客土の米質向上効果”. 1975. p. 167-177.
- 9) 北海道農務部編. “昭和59年普及奨励ならびに指導参考事項-水田土壌の有効態珪酸の評価法および珪酸資材の施用効果”. 1984. p. 327-329.
- 10) 北海道農務部編. “昭和61年普及奨励ならびに指導参考事項-水稻に対する珪カル肥料の施用効果(追補)”. 1986. p. 360-363.
- 11) 水野直治. “水稻の登熟に対するケイ酸の効果, 第7報, 総合考察”. 北農. 54 (11), 16-21 (1987).
- 12) 三井進午, 高遠宏. “禾本科作物に対する珪酸の栄養学的意義, 第1報, 水稻の無珪酸栽培とその症状”. 日土肥誌. 30, 535-539 (1959).
- 13) 吉田昌一. “水稻体内におけるケイ素の存在様式と生理的意義に関する研究”. 農業技術研究所報告 (B). 15, 1-55 (1965).

Investigation on the Effect of Soil Dressing to Peaty Paddy Field on the Improvement of Eating Quality

Report 1 Characteristics of silicic acid in soil for dressing and its role as supply source of silicic acid

Tetsuji YANAGIHARA*, Yasuo MIYAMORI*, Osamu INATSU**
and Takeo TANIGUCHI*

Summary

The cause of improvement of eating quality of rice which was produced from peaty paddy field, by soil dressing was investigated, as well as tests for establishing new standard of soil dressing for producing rice with good eating quality. The effects of soil dressing on the silicic acid supplying capacity of paddy field soil were investigated, and the results of investigation were summarized as follows.

1. Available silicic acid content of soil for dressing was very high compared to that of paddy field soil.
2. Elution patterns following the change of pH of extraction buffer and extraction capacity are different for soil for dressing and paddy field soil. This result suggests the difference in the forms of supplying source.
3. From the quantitative ratio of silicic acid and alumina which is eluted simultaneously, the form of supply source was assumed to be aluminosilicate, and results of calculation were as follows.

$\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1.52}$ for paddy field soil and $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.50}$ for soil for dressing.

4. Effect of supplying silicic acid by soil dressing was large in test cultivation of paddy rice and amount of absorption of silicic acid was so large as 2–5 times compared to the plot without soil dressing.
5. Easily soluble silicic acid which is contained in soil for dressing is estimated to be migrated and accumulated in soil layer in soil excavation site.
6. Based on the results of investigation of paddy field site, effect of silicic acid by soil dressing showed decrease following the passage of year, and its years of lasting was supposed to be about 10 years.

*Hokkaido Central Agric. Exp. Stn. Rice Crop Div., Kamihoromui, Iwamizawa, Hokkaido, 069-03

**Hokkaido prefect. Kamikawa Agric. Exp. Stn., Nagayama, Asahikawa, Hokkaido, 079

